



TITLE:

# 芦生演習林の伏条性スギ稚樹の生長過程

AUTHOR(S):

荻野, 和彦; 小見山, 章; 大住, 克博; 堤, 利夫

---

CITATION:

荻野, 和彦 ...[et al]. 芦生演習林の伏条性スギ稚樹の生長過程. 京都大学農学部演習林報告 1979, 51: 71-83

ISSUE DATE:

1979-12-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191689>

RIGHT:

# 芦生演習林の伏条性スギ稚樹の生長過程

荻野和彦・小見山章・大住克博・堤 利夫

The growth-pattern of the Cryptomeria layers  
in Kyoto University Forest at Ashiu

Kazuhiko OGINO, Akira KOMIYAMA, Katsuhiko OSUMI  
and Toshio TSUTSUMI

## 要 旨

芦生演習林の天然生スギ林内の伏条性スギ稚樹の生長過程を、同じタイプの天然生スギ林の上層木を皆伐した造林地に残されている伏条稚樹のそれと比較検討した。前者は17林班の調査地から22本の試料木を、後者は6林班の調査地から14本の試料木を選びだした。

試料木は地際直径 ( $D_0$ )、樹幹長 ( $L$ ) を計測したのち堀りとりて、幹 ( $w_s$ )、枝 ( $w_B$ )、葉 ( $w_L$ )、根 ( $w_R$ ) にわけ重量を測定し、樹幹解析に供した。

$D_0$ 、 $L$  および樹齢の測定値から相対生長関係を検討したところ、林内伏条稚樹は  $D_0$  および  $L$  に上限値をもつ一般相対生長関係を示すことがわかった (式1~3)。

地際直径、樹幹長および幹材積生長量 ( $\Delta D_{05}$ ,  $\Delta L_5$ ,  $\Delta V_{s5}$ ) ならびに幹材積生長率 ( $\Delta V_s/V_s$ ) の経年変化を調べてみると、生長過程を3つのパターンにわけることができる。

- (1) 樹齢の高い大型の個体は過去にかなりの期間にわたって、生長量が著しく増加している。
- (2) かなりの樹齢に達していても、比較的小型の個体は生長量の増加期をもたない。
- (3) 若齢で小型の個体は前二者が若齢時にたどった生長経過と類似した経過を示している。

現在の幹材積生長量は葉量と密接な関係があって、

$$\Delta V_{s5} = 0.04w_L^{1.19} \dots\dots\dots (4)$$

であらわされる。幹材積と樹齢の関係式 (6—8) は現在の幹材積が、樹齢に対してどのような分布をしているかを示すが、各個体の過去の生長経過を示すものではない。(4) 式は葉の材積生産効率をあらわすものであるが、この関係は樹齢によって影響はされないはずである。

したがって、過去に幹生長量の増加期をもっている個体は、現在の葉量と樹齢の関係 (5 式) が示す量より大きい葉量をもっていたことが推察される。

葉量を変化せしめ、生長量を増加せしめる要因としては林内の光環境の変化をあげねばならぬが、自然の原因による倒木などによっても、あるいは人為的な施業によっても可能であることを6林班での測定例は示している。

## 1. は じ め に

芦生演習林にみられる天然生スギ林は、階層構造からみて、高木、亜高木、低木の3層構造を呈している。各層の発達程度は相互に関連しあっているが、高木層の林冠が閉鎖したところでは、亜高木層の発達は貧弱である。低木層は断続的ではあっても、亜高木層よりは恒常的であ

る。

17林班で、高木層の閉鎖したところに5カ所の調査区を設けて調べたところ、高木層においてスギが占める割合は、断面積合計比で75%まではほぼ一定しているのに対し、亜高木層、低木層でのスギの混交比は20—70%と、局部的にかなり異っている<sup>1)</sup>。

亜高木層以下の階層にみられるスギは、伏条によるものが圧倒的に多い<sup>2)</sup>。地中幹、根、幹、枝、葉各部の重量比を直径階ごとにみると、根、幹はあまり変化しないのに対し、地中幹と葉は漸減の、枝は増加の傾向をしめす<sup>3)</sup>。

亜高木層以下にある伏条性のスギ稚樹が、施業によって生育にどのような影響を受けるかを検討するための、継続調査をおこなっているが、本報告は伏条スギ稚樹の消長に関する手がかりを得るため、林内にある伏条稚樹と、上層木を皆伐した跡地に残されたものの過去の生長過程を比較検討した結果をとりまとめたものである。

調査にご協力いただいた、川那辺三郎教授、山本俊明講師をはじめ芦生演習林の各位、ならびに森林生態学研究室の各位に謝意を表したい。

## 2. 調査地と調査方法

芦生演習林17林班の北向き斜面にある天然生スギ林に、 $30 \times 30 \text{ m}^2$  の調査プロットが5カ所1976年に設けられた。各プロットはそれぞれ  $10 \times 10 \text{ m}^2$  のサブプロットにわけられている<sup>2)</sup>。この5コのプロットのうち4コからそれぞれ1コずつのサブプロットを選んで、4カ所からスギ伏条稚樹を試料木として選びだした。これが林内条件下にある試料である。

これと比較対照するため、伐採年月のはっきりしている6林班の皆伐跡地に残された、スギ伏条稚樹を試料木として選びだした。ここは標高 750 m、平均傾斜  $35^\circ$  の南西向き斜面で、1975年5月から8月までの期間に 8.06 ha の皆伐が行なわれた。跡地はスギ苗が植えつけられているが比較的多数 ( $20 \times 20 \text{ m}^2$  の調査で 1982 本/ha) のスギ伏条稚樹が残されていて、造林木と同じように保育作業の対象とされている。伐根の分布および周辺の天然生林の植生から考えて、この地の1975年以前の植生は、17林班の調査地と較べると上層木に占めるスギの割合がやや小さいが同じタイプの天然生スギ林と認められ、20 m 前後の高さに閉鎖した林冠をもち、下層には多数のスギ伏条稚樹が分布していたと考えられる。ふたつの調査地は水平距離にして約 2 km 隔たっている。

17林班の調査は、1978年7月下旬から9月上旬までの期間に、6林班では、1977年11月に行なわれた。

調査対象として選びだされたサブプロットでは、スギ伏条稚樹の樹幹長 ( $L$ ) と地際直径 ( $D_0$ ) が測定してあるので、それによって最大のものから最小のものを含むように各サブプロット内あるいはごく近接した所から、試料木を選んで掘りとった。

掘りとった個体について地際直径 ( $D_0$ )、樹幹長 ( $L$ ) をあらためて計測し、幹重 ( $W_s$ )、枝重 ( $W_b$ )、葉量 ( $W_L$ ) などを測定した。

幹、枝および葉の試料の一部を実験室にもちかえり乾燥重量をもとめた。以後の議論のうち重量に関するものはすべて乾重である。

樹幹長の  $1/10$  をめやすにして1試料木につき10枚前後の円板をとって樹幹解析に供した。各円板の4方向の半径を1年毎に実体顕微鏡で読みとりその平均値の2倍を各樹齢に対する直径 ( $D'_{ij}$ ) とし、樹幹解析図を描いてそれぞれの樹齢に対応する樹幹長 ( $L'$ ) をもとめ材積 ( $V_{sj}$ ) を計算した。

樹幹解析に供した試料木の本数は、17林班の調査地で22本、6林班の調査地で14本であった。表-1に示すとおり、なかには亜高木層に属するかなり大型、高齢のものを含んでいる。これら大型の個体をも稚樹とよぶのは、あるいはふさわしくないかもしれない。稚樹群の生長過程を解析するため、比較検討する対照群としてとったものである。

表1 供試木一覧

Table 1 List of sample trees

Sample No.		地際直径 Do (cm)	樹幹長 L (cm)	幹重 $w_S$ (g)	枝重 $w_B$ (g)	葉重 $w_L$ (g)	根重 $w_R$ (g)	地中幹重 $w_M$ (g)	材積 Vs (cm <sup>3</sup> )	樹齢 Age	C/F比 $\frac{w_S + w_B}{w_L}$
17 林 班	No. 2-4	0.7	56	6.5	0	7.8	3.1	14.6	9.9	22	0.83
	— 5	2.2	229	231	32	47	47	149	342	34	5.60
	— 6	1.2	131	44	5.6	33	3.5	75.3	63	17	1.50
	— 7	11.4	557	9604	560	857	—	—	17200	70	11.86
	— 8	1.5	141	54	6	33	5.3	49.1	79	25	1.82
	—11	7.1	406	2282	64.4	115	316	663	4610	62	20.42
	3-2	2.4	146	177	106	174	66	195	285	50	1.63
	— 4	1.1	75	19.6	3.1	43.2	16.9	19.2	31	22	0.53
	— 7	9.1	356	4819	1237	1723	—	—	7404	59	3.52
	— 8	14.2	579	16202	3506	3879	—	—	29950	122	5.08
	— 9	7.2	255	2171	1215	1223	1409	1397	3073	79	2.77
	4-2	0.8	82	11.4	5.4	18.5	—	—	18.8	32	0.91
	— 3	1.0	59	10.1	0	17.9	4.2	12.8	15.3	16	0.56
	— 4	3.2	257	431	98	169	55	214	774	56	3.13
	— 6	5.4	392	1931	204	518	176	992	3258	88	4.12
	—11	15.1	715	18165	697	1080	1760	8143	45200	112	17.46
	—13	19.2	941	38224	6271	2841	—	—	82349	120	15.66
	5-2	1.0	85	21.1	5.4	32.0	4.3	89.8	33.8	23	0.83
	— 4	1.1	68	18.4	3.3	37.5	8.2	26.9	35.9	19	0.58
	— 5	4.2	198	568	130	303	89.4	258	808	55	2.30
	— 9	8.2	371	4706	912	1214	772	4277	8202	90	4.62
	—11	14.1	532	37545	8840	4959	—	—	23475	111	9.35
6 林 班	No. 1	2.4	87	76	15	224	36	62	129	13	0.41
	2	2.6	81	117	20	221	63	73	117	12	0.62
	3	1.9	90	58	1.3	152	21	149	106	15	0.39
	4	1.2	55	11	0.5	51	12	15	13.9	6	0.23
	5	1.6	62	21	1.4	78	49	235	32.8	5	0.29
	7	2.3	89	65	0.7	133	50	56	119	15	0.49
	8	1.6	46	15	0.7	63	26	80	30.0	7	0.25
	9	0.9	38	4.6	0.1	19	7.1	3.4	8.3	9	0.25
	10	0.5	27	2.1	0	5.3	2.8	2.6	2.8	9	0.40
	11	0.6	26	2.3	0	8.4	3.4	1.9	3.6	4	0.27
	12	4.4	125	319	161	1135	245	467	645	27	0.42
	14	7.9	296	3112	855	2029	—	—	5041	60	1.96
	15	5.3	232	1200	296	916	—	—	2070	52	1.63
	16	7.8	277	2577	373	1975	836	1311	3652	41	1.49

### 3. 調査結果と考察

#### 3-1 林内伏条稚樹の地際直径と樹幹長

##### 3-1-1 地際直径と樹幹長の頻度分布

調査対象地域である17林班の低木層に出現するスギ伏条稚樹の地際直径 ( $D_0$ ), 樹幹長 ( $L$ ) の頻度分布を図-1に示す。これは、17林班に設けた5コの  $30 \times 30 \text{ m}^2$  のプロットから  $10 \times 10 \text{ m}^2$  のサブプロットを各プロットから1コずつ選び、それぞれの低木層に出現するものの全数について1977年5月および6月に測定した結果によって描いたもので、総数148個体 ( $D_0$  は欠測が1個体ある) である。

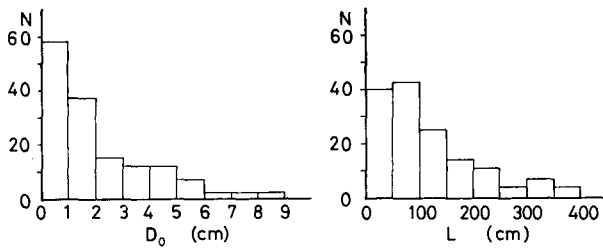


図1 林内伏条稚樹の地際直径 ( $D_0$ ) と樹幹長 ( $L$ ) の頻度分布

Fig. 1 Frequency distribution of diameter at ground ( $D_0$ ) and length ( $L$ ) of cryptomeria layerings on forest floor of natural cryptomeria stand having closed canopy

サブプロット毎にわけてとってみると、L 型分布を示さないものもあって、林冠層の閉鎖の程度が局部的に下層植生に影響するようである<sup>3)</sup>。比較的広い範囲から多数の個体を測定すれば、図-1にあらわされるような頻度分布の傾向をもつとみてさしつかえないであろう。

##### 3-1-2 樹齢と地際直径、樹幹長の関係および地際直径と樹幹長の相対生長関係

樹幹解析を行なった17林班の試料22個体、および6林班の試料14個体の樹齢と地際直径、樹幹長の関係を図-2に示す。いずれも片対数軸上で飽和型の曲線を描くようにみえる。また6林班

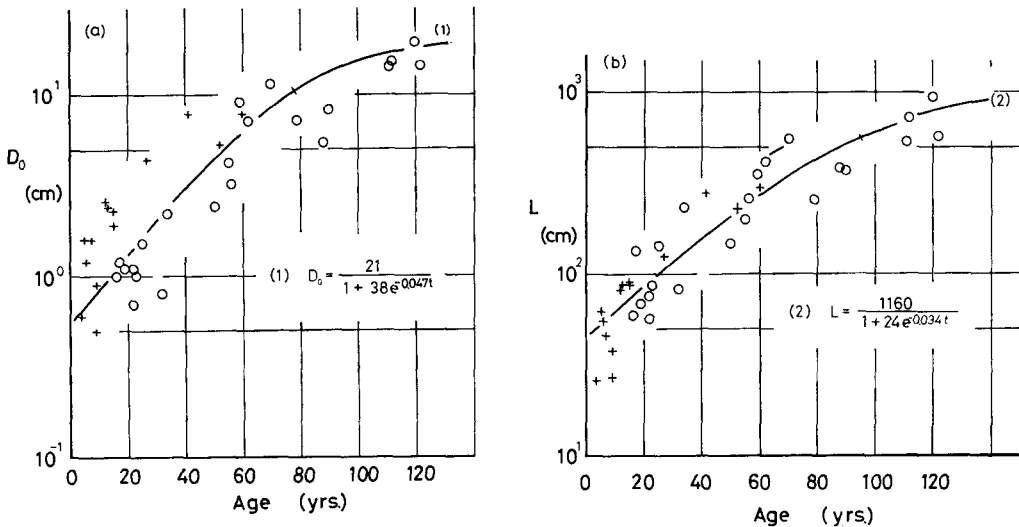


図2 地際直径 ( $D_0$ ) (a) および樹幹長 ( $L$ ) (b) と樹齢の関係

Fig. 2 Relationship of  $D_0$  to tree ages (a) and  $L$  to tree ages (b)

- 林内伏条稚樹 (17林班)  
layerings under closed canopy (17th compt.)
- + 林外伏条稚樹 (6林班)  
layerings in open area (6th compt.)

の試料は17林班の同齢のものにくらべると  $D_0$  が大きく、分離する傾向がはっきりしているのに対し、 $L$  では分離の傾向は顕著とはいえない。

すでに述べたように、6林班では上層木が1975年の生育期の前半期に皆伐されている。伏条稚樹群がおかれている光環境は、17林班のものとは大きく異っている。のちに伏条稚樹個体の葉量のところでもふれるが、上層木の皆伐が伏条稚樹の生長を促したとすれば、その影響は伸長生長より、肥大生長に著しくあらわれたとみるべきかもしれない（図-2(a) および (b)）。

図-2(a)において、17林班の林内稚樹群と分離した関係を示す6林班の林外稚樹群は、高齢個体の測定例を欠いていて、関係式をきめることはできない。ここではとりあえず、片対数軸上で飽和型の曲線を示す17林班の測定値について、単純ロジスチックで近似させることとした。R-G 尺<sup>4)</sup>を利用して、地際直径 ( $D_0$ ) と樹齢 ( $t$ ) の関係を求めると、

$$D_0 = \frac{21}{1 + 38e^{-0.047t}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

となる。また図-2(b)の樹齢と樹幹長の関係は、6, 17両林班の試料の測定値が、分離しているとはみえない。同様に、単純ロジスチックで近似させると、樹幹長 ( $L$ ) と樹齢の関係は、

$$L = \frac{1160}{1 + 24e^{-0.034t}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

であらわされる。

上の各式はいずれも3つの定数を含んでいる。これらの定数が時間とともに変化しないものとすれば、上の各式は地際直径あるいは樹幹長の生長曲線といえるのだが、よく知られているように、これらの定数は時間とともに変化するとみるのがより一般的であるから、上の関係式は調査時における地際直径または樹幹長の樹齢分布をあらわすものでなければならない。

樹齢と地際直径および樹幹長の関係を示す式から樹齢を消去すれば、地際直径と樹幹長の関係式を得る。式(1)および(2)から  $t$  を消去すると、

$$\frac{1}{L} = \frac{24 \times 21^{0.72}}{1160 \times 38^{0.72}} \left( \frac{1}{D_0} - \frac{1}{21} \right)^{0.72} + \frac{1}{1160} \quad \dots\dots\dots (3)$$

を得る。

地際直径と樹幹長の関係を示す図-3に、(3)式のあらわす曲線を描いておいた。(3)式は、一般相対生長式とよぶべきもので、相対生長関係にある2つの変数のいずれもが上限値をもつば

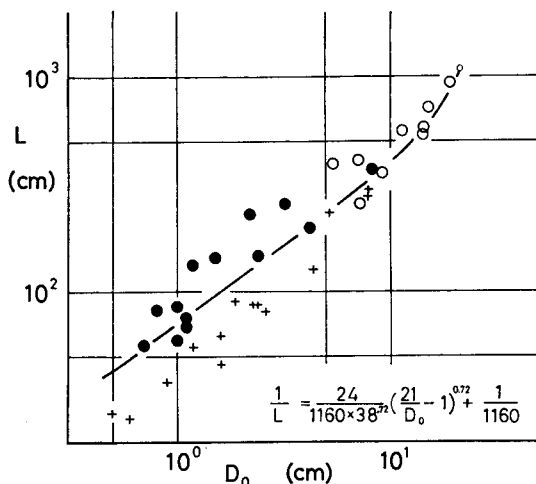


図3 地際直径 ( $D_0$ ) と樹幹長 ( $L$ ) の間にみとめられた一般相対生長関係

Fig. 3 Generalized allometry of  $L$  to  $D_0$

- 生長増加期をもった伏条個体  
layerings with growth increase
- 生長増加をもたない伏条個体  
layerings without growth increase

あい適用されるものである<sup>5)</sup>。

(3) 式からあきらかなように、 $D_0$  は 21 cm を、 $L$  は 1,160 cm を上限としており、これらの値をこえない範囲においてのみこの関係はなりたっている。図-2 でみたように、6 林班の個体の地際直径がおなじ樹幹長をもつ17林班の個体にくらべて大きくなるのが、図-3 にもはっきりとあらわれている。

### 3-2 林内伏条稚樹の生長経過

#### 3-2-1 地際直径、樹幹長および幹材積の年生長量の経時変化

樹幹解析の結果から各個体の過去の年生長量がどのように変化してきたかを追ってみよう。1 年毎の年輪をよみとり、ある樹齢の地際直径/樹幹長/幹材積と1年前のそれらとの差を年生長量 ( $\Delta D_{05}$ ,  $\Delta L_{05}$ ,  $\Delta V_{05}$ ) として、経年的にプロットしたのが図-4 (a, b, c) である。1 年毎の生長量はかなり大幅に変動していて、経年的な傾向をみるのに適当とはいえない。5 点移動平均によって、5 年間の生長量の算術平均をとって曲線をなめらかにして示した。樹幹解析を行なったすべての個体について示すのは冗長になるので、ここには代表的と考えられる3例を選びだして示した。

17林班の林床からとった No. 4-13 に代表される例についてみよう。この個体は樹齢120年、地際直径 19.2 cm、樹幹長 941 cm である。地際直径生長量と樹幹長生長量は初期にこまかく変動している。40年に達するころからまず樹幹長生長量が、ついで40年をすぎたころには地際直径生長量が著しく増大しはじめる。この傾向は70年ころに極大値に達するまでつづくが、以後生長量は多少とも変動しながらも減少の傾向を示す。幹材積生長量でみると25年ころまでは増加傾向、その後40年まで横ばいかやや減少、40年ころから増加傾向、70年以後には横ばいから減少へ移行する傾向を読むことができる。この例で認められたような40年前後から70年あたりまでの生長量の増加傾向はきわめて顕著であり、この期間の前後にみられるようなこまかい変動をともなった漸減の傾向とは、はっきり区別することができる。樹幹解析を行なった個体についても、樹齢の高い、大きいもの (No. 3-8, 4-11, 5-9, 4-6, 2-7, 2-11, 3-7, 5-11 など No. 4-13 も含めて9個体) はほとんど例外なくこのような生長量の増加傾向を示す時期を過去にもっていた。

No. 4-4 は樹齢56年、地際直径 3.2 cm、樹幹長 257 cm の個体で、17林班の林床にあったものである。この例では顕著な生長量の増加期は認められない。地際直径の生長量が増大しても、樹幹長の方はかならずしもそれに伴ってはいない。材積生長量も初期にこそ増加傾向を示すが、かなり早い時期 (20年ごろ) に極大値に達し、あとはこまかい変動はあっても漸減の傾向をたどっている。樹齢の若い、小さな個体は No. 4-4 のような経過をたどっていた。

6 林班の No. 12 は樹齢27年、地際直径 4.4 cm、樹幹長 125 cm である。上層木の皆伐が行なわれる以前には、17林班の林内にある個体のたどった生長量の経年変化と大差ないようにみうけられるが、1975年伐採の影響はあきらかに生長量の顕著な増加としてあらわれている。このような伐採の影響が顕著に認められるのは比較的小型の個体においてである。大径のものになるとそれほど顕著であるとはいえない。大型の個体の生長が顕著な増加傾向を示すには、伐採後まだ時間が十分経っていないとみるのか、大型の個体は生長量の増加傾向を示さず推移するとみるべきか、今後の研究課題として残さねばならない。

材積生長率でても上に述べた傾向は、はっきり認めることができる (図5)。材積の連年生長率を5年間の平均生長率としてプレスラー式で計算すると、0.4 から当初急激に、以後徐々に減少する例がおおい。No. 4-4 などの示す傾向がそれである。これに対して、No. 4-13 や No. 12 が示すような生長率が急激な上昇を示すという例は通常の条件ではむしろ少ない。

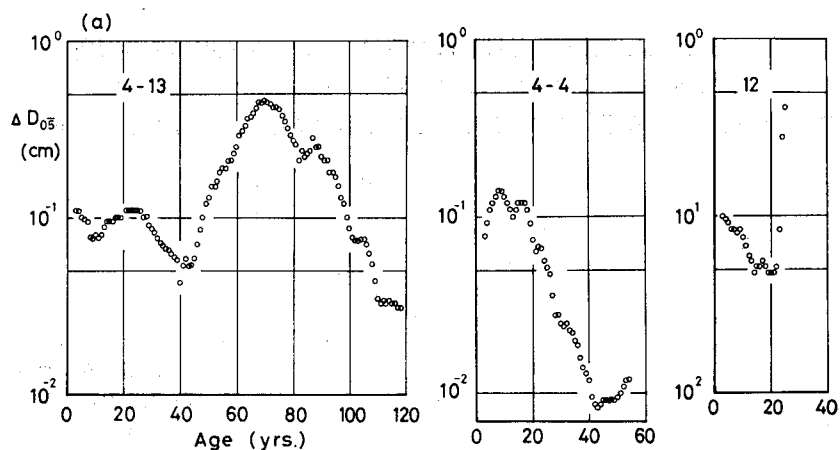


Fig. 4(a)

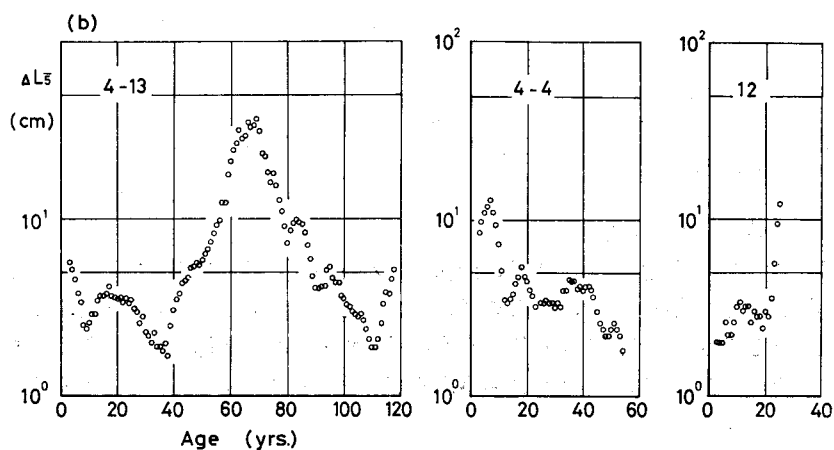


Fig. 4(b)

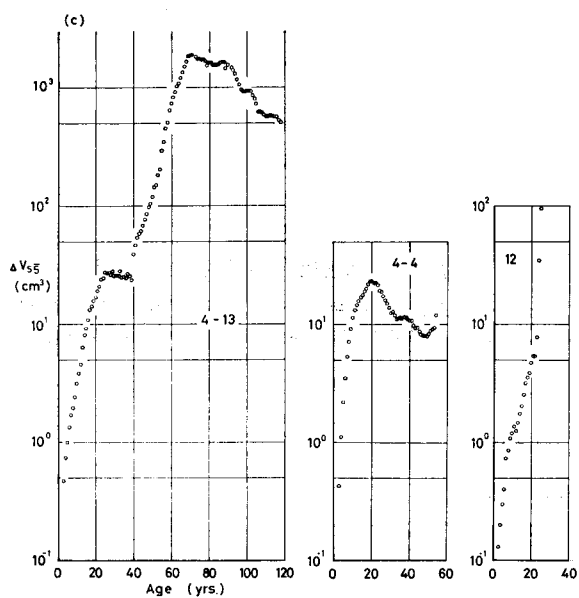


Fig. 4(c)

図4 地際直径、樹幹長および幹材積の年生長量の経年変化

Fig. 4 Changes of annual increment of  $D_0$  (a),  $L$  (b) and  $V_{S5}$  (c).



生長率の急激な上昇に加えて注意しなければならないのは、生長率の上昇傾向がかなりの期間にわたっていることであろう。この期間の長さを確定することは難しいにしても、すくなくとも測定精度などの制約からくる短期的な変動とみなせるものでないことはたしかである。

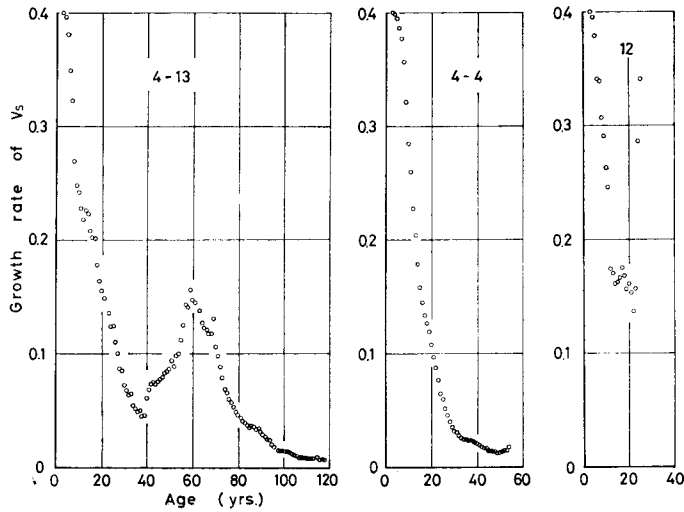


図5 幹材積生長率の経年変化，生長増加期をもつ個体（4—13，12）ともたない個体（4—4）  
 Fig. 5 Changes of growth rate of  $V_{s\bar{s}}$  with (4—13 & 12) and without (4—4) remarkable growth increase

### 3—2—2 幹材積生長量と葉量

現在（調査時）の幹材積生長量と葉量の関係を見るため、最近5年間の皮なし幹材積の平均生長量（ $\Delta V_{s\bar{s}}$ ）と現在の葉量（ $w_L$ ）の関係をプロットしたのが図6である。6林班の試料については、伐採後の経過年数、2年間の幹材積の平均生長量をとった。6林班の稚樹群は17林班のものより、やや上方にかたよっているようにもみえるが、はっきり分離しているともみられない。極端な点を無視すれば、

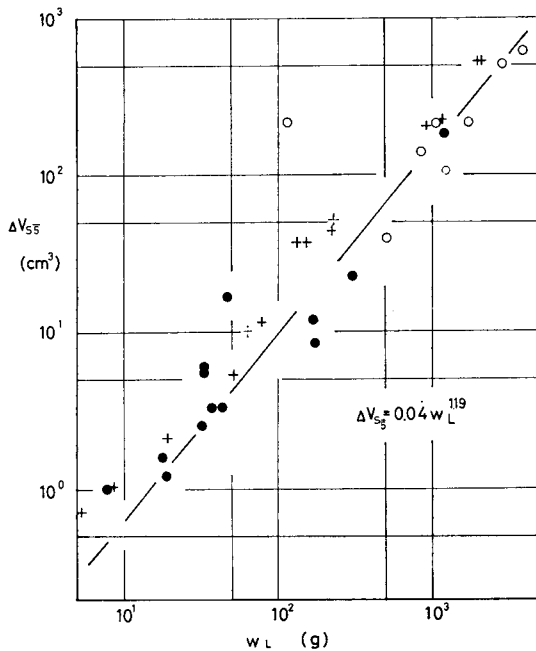


図6 葉量と現在の幹材積生長量の関係  
 Fig. 6 Relationship of present annual growth of stem volume ( $V_{s\bar{s}}$ ) to leaf weight ( $w_L$ )

$$\Delta V_{ss} = 0.04 w_L^{1.19}$$

$$\dots\dots\dots(4)$$

が両者の関係を比較的良好にあらわしている。

単位葉量あたりの材積生長量を、仮に葉のみかけの能率とすれば、(4)式は  $w_L \rightarrow$  大なるほど葉のみかけの能率が大きくなることを意味する。

各個体が現在もっている葉量 ( $w_L$ ) と樹齢 (Age) の関係を示すのが図7である。17林班伏条稚樹群と6林班のそれとは、あきらかに分離した関係を示している。17林班のもののみについてみると、片対数軸上で飽和型の傾向を示す。これを単純ロジスティック曲線で近似すると、

$$w_L = \frac{13200}{1 + 1570e^{-0.06t}} \dots\dots\dots(5)$$

を得る。(5)式であらわされる関係とは異った関係をもつ6林班の試料については、若齢時に17林班のものより葉量が多いこと、また樹齢に対して勾配が大きいことは図からみてとることができる。けれども、高齢個体の測定例を欠くため、関係式をきめるために必要な上限値をもとめることができない。葉量が樹齢に対して、指数関数的な生長をつづけるとは考えられないからである。

6林班の伏条稚樹の若齢時の葉量は17林班のものより大きい、枝量や枝数は同じ幹重をもつ17林班の個体と比較してみると、ほとんど差は認められない<sup>6)</sup>。つまり林内のものとくらべて各枝につく葉量が多いわけで、枝と枝の間の空間が葉で埋まっているようにみえるのである。この点林内の個体は枝と枝との間隔が広く、疎開しているようにみえるのと対照的である。特

に樹幹の下方についた枝にも、葉が十分についているのが6林班のものに認められる。結果的に樹幹の上部から下部にかけて、葉で連続した樹冠を形成しているのであるが、このことが皆伐跡の個体の直径生長の増加が著しいことと関連があるとみてよいだろう。

(4)(5)両式から皮なし材積生長量 ( $\Delta V_{ss}$ ) と樹齢の関係を求めると

$$\Delta V_{ss} = 0.04 \left( \frac{13200}{1 + 1570e^{-0.06t}} \right)^{1.19} \dots\dots\dots(6)$$

となる。図8に実線で(6)式の描く曲線が示されている。地際直径あるいは樹幹長と樹齢の関係のところでも述べたように、この曲線は現在の林分に生育する伏条稚樹群の現在の幹材積生長量が、樹齢に対してどのような分布をしているのかを示してはいるけれども、それぞれの個体の年生長量が樹齢とともにどう変化してきたかを示すわけではない。各個体の年生長量をたどった図

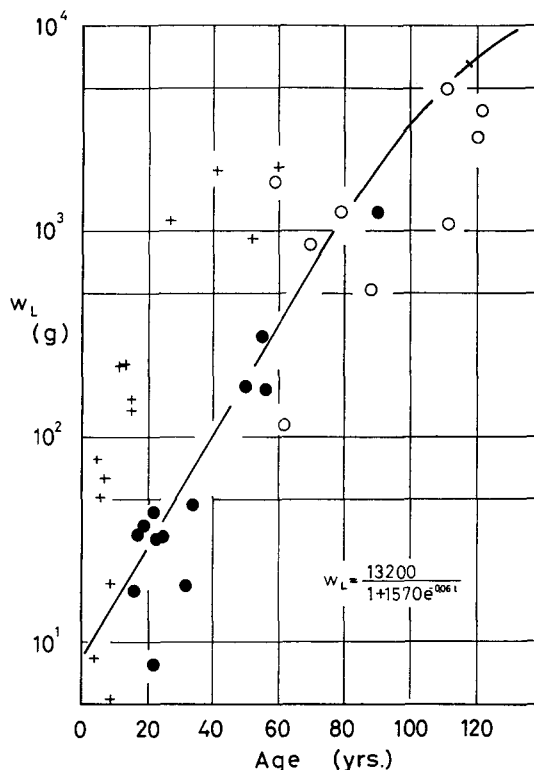


図7 葉量と樹齢の関係

Fig. 7 Relationship of leaf weight ( $w_L$ ) to tree ages  
○ 生長増加期をもった伏条個体  
layerings with remarkable growth increase  
● 生長増加期をもたない伏条個体  
layerings without remarkable growth increase  
+ 林外伏条個体  
layerings in open area

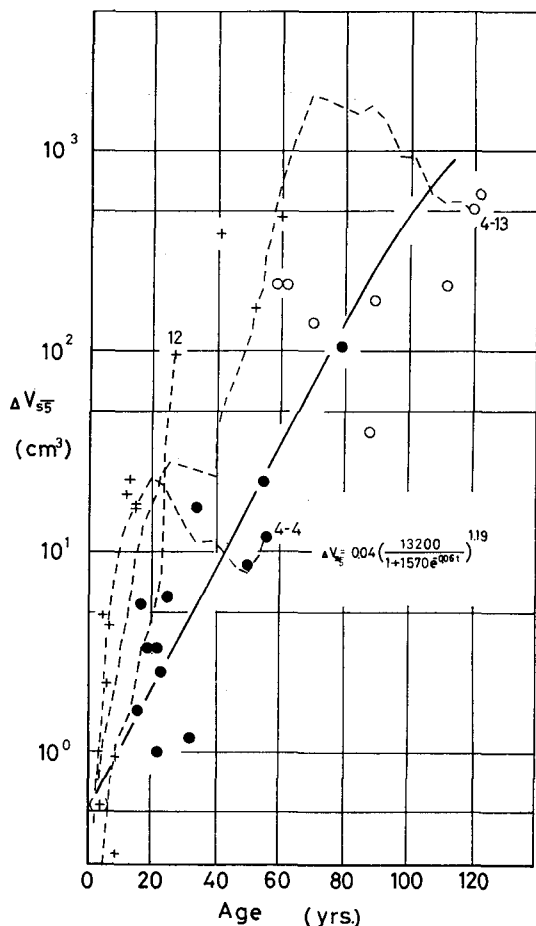


図8 幹材積平均生長量と樹齢の関係、破線は各個体の生長量の経年変化を示す

Fig. 8 Relationship of mean annual growth of stem volume ( $\Delta V_{s5}$ ) to tree ages, broken lines illustrate the annual changes of individual layerings

$$V_s = 0.28(D_0^3 L)$$

であった（図略）。この関係は相対生長関係式のなかでもっとも回帰のよいもののひとつであった、この場合も例外ではなかった。この関係式に（1）、（2）両式を代入すると

$$V_s = 0.28 \left( \frac{21}{1 + 38e^{-0.047t}} \right)^2 \left( \frac{1160}{1 + 24e^{-0.034t}} \right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

を得る。（8）式の描く幹材積と樹齢の関係を示す曲線は図9の曲線（2）である。

曲線（1）および（2）は図からみれば、かならずしも互いによく一致しているとはいえないけれども、幹材積と樹齢の関係はもともとかなりばらついているから、どちらの曲線がよりよく適合する、あるいは理論的により正しいといえるわけではない。

曲線（1）、（2）のいずれをとるにせよ、各個体は樹齢とともにこの曲線上をたどって生長してきたわけでは決していない。現在の各個体の樹齢と幹材積の関係が曲線（1）あるいは（2）のようにあらわされるというにすぎない。3例について過去の幹材積のたどった生長経過を破線で

4の曲線を、図8にかさねて描いたのが図中の破線で示したものである。繁雑になって見にくくなるため No. 4—13, 4—4 および12の3例についてのみ描いたが、他の個体もバラツキの幅はかなり大きい傾向としてはよく似た経過を示す。すなわち、若齢時には（6）式であらわされる曲線より年生長量は大きく図のうえでは左よりにあらわれ、変化の割合つまり曲線のたちあがり部分の勾配も大きい。ある程度の樹齢に達すると、年生長量は極大値に達して、（6）式であらわされる曲線のほうにむかっておちこんでくる。

60年以上の樹齢をもつもので、材積の大きいものはほとんど例外なく、生長量の増加期をもっているけれども、50—60年の樹齢をもっているものも生長量の増加期をもたなかったものは比較的小型にとどまっている。40年をこえない小さい個体のものは、少数のものを除いて、樹齢の高い個体が過去にたどった生長量の経年変化の途上にあるようにみうけられる。

幹材積の年生長量を積算すると材積と樹齢の関係がえられる。図9の曲線（1）が、（6）式を積算して求めた幹材積と樹齢の関係である。

幹材積と樹齢の関係は、次のようにしても得られるはずである。幹材積（ $V_s$ ）と地際直径の自乗と樹幹長の積（ $D_0^2 L$ ）の関係を両対数軸にプロットすると

$$\dots\dots\dots (7)$$

示してある。個体毎にみると、過去の幹材積はいずれのばあいも曲線(1)や(2)であらわされるところより大きい。図8にも過去の幹材積生長量が(6)式であらわされる、現在の幹材積生長量の樹齢分布より大きいことがあらわれている。

葉量と幹材積生長量の関係を示す(4)式は、樹齢には関係なくなつたはずであるから、幹材積生長量が大きくなるためには、葉量が大きくならなければならない。当時の葉量は、現在の葉量と樹齢の関係式(5)式が示すものより大きかったと推論できるのである。過去のある時期の環境条件は現在の条件より、葉量を大きくさせるようなものであったとみなしなければならないだろう。

### 3-2-3 生長の回復期と施業記録

伏条稚樹群をとりまく環境を構成する要因には、数多くのものをあげることができよう。個体の物質経済の観点から、生長量、葉量にかかわるものとして光要因をとりあげるとすれば、上層林冠の閉鎖状態の変化を考える必要があろう。

上層林冠の閉鎖が破れると光条件以外の要因も、当然かなり大幅に変化すると考えねばならない。けれども、いま光以外の要因の変化が伏条稚樹群の生存を脅かさない範囲にとどまる場合のみを考えると、伏条稚樹群のおかれた光条件の変化は生長に促進的に働くと考えてよかろう。このような変化は風倒、雪折れなどの自然的な要因によっても惹きおこされるのは勿論としても、大径木の抜き伐りや広葉樹の巻き枯らしなど、ゆるやかな施業によってもおこりうるに違いない。6林班にみられるような

上層木の皆伐という、いわば強い施業によっても、少くとも生存しえた個体については、かなり顕著な葉量の増加、生長量の増加が認められることから推察しうるところである。

17林班でなされた過去の施業の記録を調べてみると<sup>7)</sup>、大正15年(1926年)のものが演習林の記録に残された最初のものである。面積 29.528 ha に対して、広葉樹の巻き枯らしが行なわれたとあるが、17林班の面積は全体で 113.94 ha あるから<sup>8)</sup>、どの部分に対してどの程度の施業が行なわれたかはあきらかでない。その後も除伐、択伐あるいはごく小規模の皆伐などがくりかえし実行されている。いずれも面積と収獲樹種、材積などは記録されているが、17林班のどの部分に

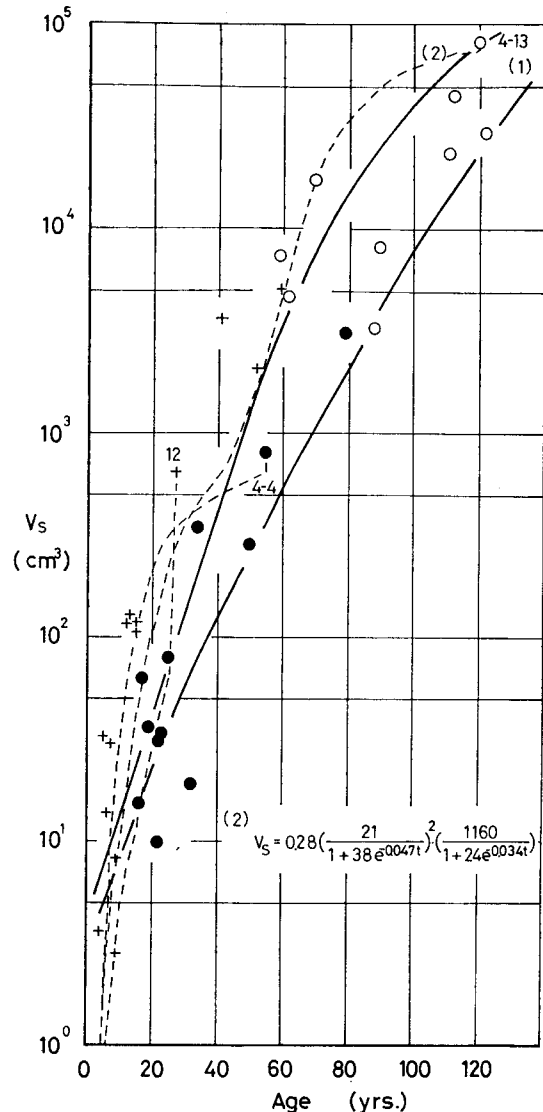


図9 幹材積と樹齢の関係、破線は各個体の生長経過を示す

Fig. 9 Relationship of stem volume ( $V_s$ ) to tree ages, broken lines illustrate the growth of individual layerings

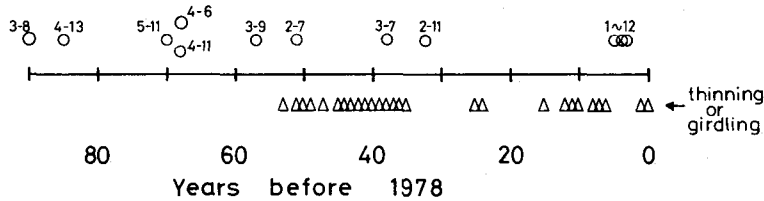


図10 生長増加期の始まりと施業時期

Fig. 10 Initiation of growth increase and the time of thinning or girdling

対して行なわれたのかはわからない。図10に、記録に残された何らかの施業が行なわれた年と、樹幹解析の結果生長量に回復が認められた個体について、回復を始めた時期を対比させてみた。

伏条稚樹である性質上、樹齢が必ずしも稚樹として独立した個体となってからの年齢を示すわけではない。親木についた枝の時代の生長をどのように評価するか、いまのところデータはないが、独立した個体になる前と後で葉量と生長量の関係はかわらないと大胆に仮定してみよう。6林班の4個体は1975年の皆伐が、生長回復時期に影響を与えていることがはっきりとしているのに対して、17林班の8個体については施業が影響したとは断定しえない。記録が残されて以後に生長量が回復したのは、わずかに3個体であるし、そのうち1個体は施業が中断している時期に生長回復を始めているのである。施業記録と伏条稚樹の生長回復の時期に何らかの関係があるとは必ずしもいえない。

以上に検討したところをとりまとめてみると、林内の伏条稚樹群が現在どのような大きさに達しているかは、その個体が高い年生長量をどのくらいの期間にわたって維持しつづけたかということにかかわるようにみえる。高い生長量を長期間にわたってつづけた個体は、生長量が早くおちこんだものよりも大きくなっている。高い生長量を維持するためには、ここでいう生長の回復期をもつことが必要な条件となるようである。生長回復期をもつためには、葉量が増加することが必要である。上層木が皆伐された6林班に残された伏条稚樹群の葉量が、17林班の同齢のものよりはるかに大きくなっていることは、施業によっても葉量増加が可能であることを物語っている。

## 引用文献

- 1) 荻野和彦・小見山章・大住克博：天然生スギ林の伏条稚樹——組成比と葉量 日林論 (90) 印刷中
- 2) 荻野和彦・小見山章・堤 利夫：芦生演習林の天然生スギ林の植生 京大演報 49号, 53-63, 1977
- 3) 荻野和彦・守屋 均・堤 利夫：芦生演習林のスギ伏条稚樹 京大演報 50号, 58-68, 1978
- 4) Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira: Comparative Ecological Studies on Three Main Types of Forest Vegetation I. Plant Biomass, Nature and Life in Southeast Asia, vol. 4, 1965
- 5) 荻野和彦・Duongkeo Ratanawongs・堤 利夫・四手井綱英：タイ国森林の第一次生産力, 東南アジア研究 5 卷 1 号, 121-154, 1967
- 6) 小見山章・守屋 均：皆伐跡地と林内でのスギ伏条稚樹の形状差について 日林関西支講 (29), 117-119, 1978
- 7) 芦生演習林収獲台帳
- 8) 寺崎康正ら編：芦生演習林林況調査に関する資料集

## Résumé

The growth pattern of cryptomeria layerings on the forest floor of natural cryptomeria stand having closed canopy and canopy free (because of clear cut of upper storey

trees in 1975) stand was comparatively studied at Ashiu school forest, in 1977 and 1978. 22 samples were taken from closed canopy stand in 17th compartment, and 14 from canopy free stand in 6th. All the samples were measured their diameter at ground ( $D_0$ ) and length ( $L$ ), weighed their stem( $w_s$ ), branches( $w_B$ ), leaves( $w_L$ ) and root( $w_R$ ), separately, and subject for stem analysis at the time interval of one year.

Allometry of  $D_0$  and  $L$  is fully discussed (eqs. 1-3). Having examined the annual changes of the mean growth of  $D_0$ ,  $L$ , stem volume( $V_s$ ) and of the growth rate of  $V_s$ , the writers grouped the samples into three growth patterns as,

- (1) those samples older in age and larger in size having remarkable growth increase,
- (2) those samples older in age but smaller in size having no remarkable growth increase, and
- (3) those samples younger in age and smaller in size still remaining in the early stage of growth.

Mean annual stem volume increments are closely related to the amount of leaves expressed as,

$$V_{s\bar{5}} = 0.04 w_L^{1.19} \dots\dots\dots(4)$$

The relationship between  $V_s$  and tree age,  $t$  (eqs. 6-8) illustrates only the distribution of present  $V_s$  over the tree ages, and not the growth curve of the individuals in the past. While, eq. (4) expressing the efficiencies of leaves producing the stem volume in a year should be valid through the growth course of the individuals.

Thus, it may be concluded that those with remarkable growth increase in the past should then have the greater leaf amount than that expected from the relationship of leaf amount to tree ages at present (eq. 5). The increase of leaf amount will be evoked by the improvement of light condition incident to the layerings, which can be brought about not only naturally but artificially.